

# Heronova fontána

J. Havel

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1  
havelj30@fjfi.cvut.cz

## Abstrakt

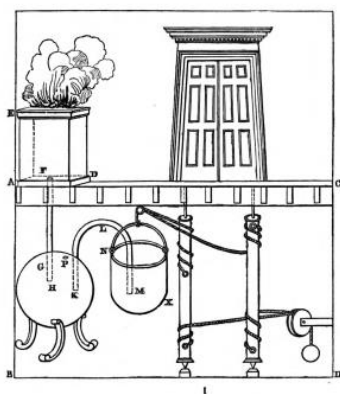
Je podivuhodné, kolik věcí znali lidé už ve starověkém Řecku. Díky svým znalostem dokázali Řekové zkonstruovat mnoho strojů a zařízení. Například fontánu, u které je zdroj vody niž než ona samotná.

## 1 Úvod

Heronova fontána je hydraulické zařízení. Vynalezl ho Hérón Alexandrijský, kterého si představíme nejdříve. Poté se koukneme na části a princip fungování Heronovy fontány. Na závěr se ji pokusíme postavit a zjistit, jestli opravdu funguje.

## 2 Trocha historie

Hérón Alexandrijský byl matematik, mechanik a optik, který žil v 1. st. n. l. Je označován za nejvýznamnějšího vědce a vynálezce alexandrijského období a stal se ředitelem Múseia v Alexandrii. Vymyslel vzorec na výpočet obsahu trojúhelníka pomocí délky jeho stran. Napsal spoustu spisů, například Mechanika. V něm se věnuje skládání pohybu podle pravidla rovnoběžníku, určování polohy těžiště tělesa a rozložení zatížení v opěrných bodech. Objevují se zde i stroje – větrný mlýn, ozubené soukolí, jeřáby, lisy, zvedáky. Hérón vynalézal i automatické stroje, např. olejová lampa, do které se automaticky dolévá olej, automatické divadlo, samootvácí dveře chrámu (Obr.1), automat na svatou vodu, samostřel. Automaty měly často za cíl pobavit diváky či upevnit víru v náboženské zázraky. Ve spisu Optika se zabývá odrazu světla od rovinných, válcových a kuželových zrcadel, kde hrál významnou roli princip nejkratší dráhy paprsku. Hérón také dokázal popsat pohyb šípů a střel – spis Belopoika. Jeho nejznámějším spisem byla pneumatika, v němž se věnoval stlačování plynů. Tento jev přisuzoval vakuu mezi plynovými částicemi. Zde se objevil i jeho známý vynález Aeolipila (Obr.2), parní koule, která funguje na principu reaktivního pohybu. Mezi další vynálezy patří například hodoměr k měření ujeté vzdálenosti.



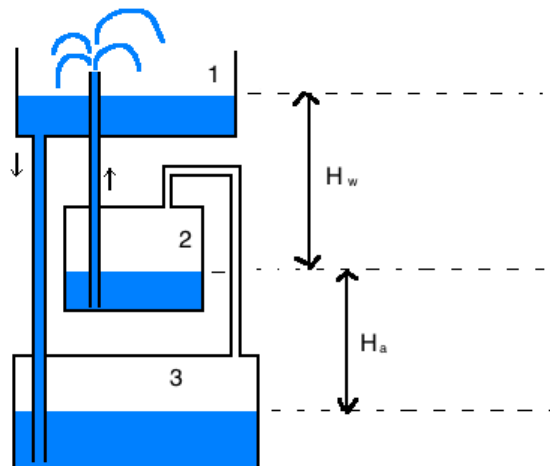
Obr.1: Samootvácí dveře chrámu [11]



Obr.2: Aeolipila [12]

### 3 Jak to funguje

Heronova fontána se skládá ze tří propojených nádob, jedné otevřené a dvou uzavřených, viz schéma (Obr.3). Do horní otevřené nádoby (1) nalijeme vodu, která steče do spodní uzavřené nádoby (3), ve které byl na začátku jen vzduch. Ten je vodou vytlačován do střední nádoby (2), která byla na začátku plná vody. A ta je vytlačována nad horní nádobu, kde pozorujeme fontánu.



Obr.3: Schéma Heronovy fontány [13]

V Heronově fontáně jsou využívány přírodní zákonitosti – Pascalův zákon a hydrostatický tlak ( $p = \rho gH$ ). Vodní sloupec mezi horní a spodní nádobou vytvoří hydrostatický tlak  $\rho_w g(H_w + H_a)$  a společně s atmosférickým tlakem  $p_a$  začne díky Pascalovu zákonu tlačit ve spodní nádobě hladina vody na vzduch ( $p_{13}$ ). Sloupec vzduchu mezi spodní a střední nádobou a vodní sloupec mezi střední a horní nádobou vytvoří tlak  $g(\rho_w H_w + \rho_a H_a)$ , který zase ve spodní nádobě s pomocí  $p_a$  tlačí vzduch na hladinu vody ( $p_{321}$ ). Fontánu vytvoří rozdíl tlaků ( $\Delta p$ ) mezi tlaky  $p_{13}$  a  $p_{321}$ .

$$\begin{aligned} p_{13} &= p_a + \rho_w g(H_w + H_a) \\ p_{321} &= p_a + g(\rho_w H_w + \rho_a H_a) \\ \Delta p &= p_{13} - p_{321} = (\rho_w - \rho_a)gH_a \\ &\quad (w - voda, a - vzduch) \end{aligned}$$

Vidíme, že rozdíl tlaků závisí pouze na rozdílu výšek hladin mezi střední a spodní nádobou ( $H_a$ ). Čím je větší, tím větší je výtrysk fontány.

Celý proces končí, když je ze střední nádoby odčerpána všechna voda či všechen vzduch ze spodní nádoby. Nejde tedy o žádné perpetuum mobile.

## 4 Moje vlastní fontána

Při konstrukci fontány jsem se inspiroval zde: [10]. Jako horní nádobu jsem použil misku od květináče a jako střední a spodní nádobu dvě PET láhve o objemu 1 litr. Víčko od střední nádoby jsem přilepil ke spodní straně misky. Ke spojení mezi nádobami jsem využil gumové hadičky s průměrem 4/6 mm, které jsem protáhl dírkami ve víčkách a misce vytvořené vrtačkou (Obr.4). Na obr.5 můžete vidět, že jsem fontánu úspěšně zprovoznil a zjistil, že opravdu funguje. Při prezentaci na fyzikálním semináři se mi fontánu bohužel zprovoznit nepovedlo. Naštěstí mi bylo umožněno krátce vystoupit na jednom z dalších fyzikálních seminářů, kde už dopadlo vše, jak mělo. Proto bych rád upozornil na dobré těsnění, pokud byste si chtěli Heronovu fontánu postavit, aby nikde zbytečně neutíkal vzduch. Zároveň pozor při opětovném zprovoznění fontány, abyste z hadiček dostali pryč vodu či vzduch pořádně, pokud tam zrovna nemají být. Hadičky by se mohly ucpat a může to skončit i tak, že budete zkoušet pádem křídy na zem, jestli vůbec funguje gravitace.



Obr.4: Moje vlastní fontána



Obr.5: Fungující Heronova fontána

## 5 Poděkování

Poděkování patří mému tátovi za pomoc při konstrukci.

## 6 Reference

- [1] I. Štoll, *Dějiny fyziky*, Prometheus, Praha (2015) 87-88, ISBN 978-80-7196-375-2
- [2] kol. autorů, *Hérón z Alexandrie*, [https://sk.wikipedia.org/wiki/h%c3%a9r%c3%b3n\\_z\\_alexandrie](https://sk.wikipedia.org/wiki/h%c3%a9r%c3%b3n_z_alexandrie) [19. 11. 2019, 20:45]
- [3] kol. autorů, *Hero of Alexandria*, [https://en.wikipedia.org/wiki/hero\\_of\\_alexandria](https://en.wikipedia.org/wiki/hero_of_alexandria) [19. 11. 2019, 20:45]
- [4] kol. autorů, *Heron's fountain*, [https://en.wikipedia.org/wiki/heron%27s\\_fountain](https://en.wikipedia.org/wiki/heron%27s_fountain) [19. 11. 2019, 20:45]

- [5] Veronika Sovová, *Heronova fontánka*, <http://veronika.sovova.sweb.cz/pokusy/hydrost.htm> [19. 11. 2019, 20:45]
- [6] kol. autorů, *Hérón Alexandrijský (10-70 n. l.)*, [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/serialy/inspirujici-inovatori/heron-alexandrijsky-10-70-n-1\\_39639.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/serialy/inspirujici-inovatori/heron-alexandrijsky-10-70-n-1_39639.html) [19. 11. 2019, 20:45]
- [7] M. Králová, *Hérón Alexandrijský*, <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/vedec/1176/heron> [19. 11. 2019, 20:45]
- [8] Věra Novobilská, *Mechanické vlastnosti kapalin a plynů demonstrováné pomocí improvizovaných prostředků – plastových láhví*, <https://kof.zcu.cz/ak/veletrhy/1/novobils.html> [19. 11. 2019, 20:45]
- [9] kol. autorů, *Heronova fontána, TMF*, <https://www.youtube.com/watch?v=nb8d6cas3bg>, video, YouTube, FMFI UK (2018) [19. 11. 2019, 20:45]
- [10] A. Čermáková, *Heronova fontána*, [https://kdf.mff.cuni.cz/hrastice/2016/Heronova\\_fontana\\_\(Aneta\\_Cermakova\).pdf](https://kdf.mff.cuni.cz/hrastice/2016/Heronova_fontana_(Aneta_Cermakova).pdf) [19. 11. 2019, 20:45]
- [11] <https://discoveringancienthistory.wordpress.com/2017/02/15/hero-of-alexandria-bringing-the-gods-to-life/> [19. 11. 2019, 20:45]
- [12] <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/plyny/tepelne-motory> [19. 11. 2019, 20:45]
- [13] <https://ucscphysicsdemo.wordpress.com/physics-5b6b-demos/fluids-pressure-and-heat/herons-fountain/> [19. 11. 2019, 20:45]